

PENGARUH PENGGUNAAN CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP MUTU BETON

Kristianto.,¹⁾ Crisna Djaja Mungok,²⁾., Cek Putra Handalan²⁾

Abstrak

Dalam pembuatan benda uji metode yang digunakan yaitu Metode SNI, dengan kuat tekan rencana 20 MPa. Semen yang digunakan adalah semen PCC. Benda uji yang dibuat berbentuk silinder dengan \varnothing 15 cm, dan tinggi 30 cm. Tidak dilakukan penelitian lebih mendalam dan perlakuan awal terhadap cangkang kelapa sawit, sebagai perbandingan dibuat juga sampel beton normal. Pengujian/pengetesan benda uji meliputi uji kuat tekan, uji kuat lentur, uji kuat tarik belah dan uji modulus elastisitas. Dari hasil penelitian nilai kuat tekan karakteristik beton normal umur 56 hari, 37,23 MPa, normal +5% cangkang sawit didapat hasil 32,51 MPa, normal +10% cangkang sawit didapat hasil 28,30 MPa, normal +15% cangkang sawit didapat hasil 27,86 MPa. Nilai kuat tarik belah rata rata normal umur 28 hari didapatkan hasil 4,17 MPa, normal +5% cangkang sawit didapat hasil 3,22 MPa, normal +10% cangkang sawit didapat hasil 2,78 MPa, dan normal +15% cangkang sawit didapat hasil 2,87 MPa. Nilai kuat lentur rata rata normal umur 28 hari didapatkan hasil 5,07 MPa, normal +5% cangkang sawit didapat hasil 3,68 MPa, normal +10% cangkang sawit didapat hasil 4,34 MPa, normal +15% cangkang sawit didapat hasil 4,43 MPa. Modulus elastisitas rata-rata beton normal umur 28 hari didapat hasil 21684,974 MPa, normal +5% cangkang sawit didapat hasil 21938,735 MPa, normal +10% cangkang sawit didapat hasil 19366,810 MPa, normal +15% cangkang sawit didapat hasil 16946,708 MPa. Nilai-nilai tersebut menunjukkan semakin lama umur beton maka kuat tekan beton juga semakin meningkat, meskipun beton dengan tambahan cangkang kelapa sawit ini lebih rendah dari beton normal. Dapat disimpulkan bahwa penambahan cangkang kelapa sawit ini memberikan dampak negatif terhadap kuat tekan beton.

Kata kunci: Serat Bendrat, kuat tekan beton, kuat lentur, modulus elastisitas.

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini perkembangan dalam bidang konstruksi sangat pesat, baik itu perumahan, perkantoran, jembatan, jalan raya, bendungan, pelabuhan dan sebagainya. Hal ini tidak terlepas dari penggunaan beton sebagai salah satu bagian konstruksi bangunan. Khususnya di Kal-Bar konstruksi beton ini lebih diminati karena relatif kuat, mudah dibentuk, dan lebih ekonomis jika dibandingkan dengan konstruksi yang menggunakan baja maupun kayu. Jika dibandingkan dengan bahan bangunan yang lain, beton mempunyai berbagai keunggulan, antara lain relatif lebih kuat

terhadap gaya tekan, mudah pengerjaan dan perawatannya, mudah dibentuk sesuai kebutuhan, tahan terhadap perubahan cuaca, lebih tahan terhadap api dan korosi.

Penggunaan agregat kasar untuk campuran beton yaitu batu alam (sumber daya alam bukan mineral bukan logam) merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui yang sewaktu-waktu dapat habis, oleh karena itu diperlukan alternatif lain sebagai pengganti. Salah satu sumber daya alam yang dapat diperbarui adalah cangkang kelapa sawit.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Beton adalah suatu campuran antara semen, agregat mineral dan air, yang menyebabkan terjadinya ikatan kimia yang kuat antara bahan-bahan

tersebut. Bahan air dan semen menimbulkan hidrasi yang kemudian mengikat butiran-butiran agregat menjadi satu. Dalam kegiatan pembangunan masa kini beton yang

paling banyak dipakai, baik dalam skala besar maupun dalam skala kecil, hal ini karena beton dalam penerapannya dilapangan memiliki nilai yang sangat dominan, dimana beton mempunyai sifat teknis yang lebih unggul dibandingkan dengan bahan bangunan lain.

Beton merupakan campuran dari agregat halus (pasir dan lain-lain) dan agregat kasar (kerikil, batu pecah, atau jenis agregat lain) dengan semen, yang dipersatukan oleh air dalam perbandingan tertentu dimana sifat dari campuran yang plastis ini akan menjadi keras karena proses kimia antara semen dan air. Sifat – sifat dan karakteristik material penyusun beton akan mempengaruhi kinerja dari beton yang dibuat. Pemilihan material yang memenuhi persyaratan sangat penting dalam perencanaan beton, sehingga diperoleh kekuatan yang optimum.

Untuk dapat menghasilkan beton yang baik, setiap agregat baik agregat kasar maupun agregat halus haruslah terbungkus seluruhnya oleh pasta semen dan tidak ada rongga diantara partikel-partikel, sehingga menimbulkan ikatan yang kuat diantara material pembentuk beton tersebut. Beton dapat juga disebut sebagai batuan buatan (*artificial stone*), dan agregat dianggap sebagai bahan *inert* (tidak bereaksi). Sedangkan pasta, yaitu campuran semen dan air, merupakan media pengikat yang mengikat partikel-partikel agregat menjadi suatu massa yang padat. Sebab itu mudah dimengerti bahwa kualitas dari beton sangat tergantung dari kualitas pastanya. Pasta tersebut harus

mempunyai kekuatan, keawetan, dan tahan terhadap kikisan air.

Perencanaan campuran beton yang sering digunakan dalam pelaksanaan konstruksi umumnya harus dapat memenuhi:

- a. Persyaratan kekuatan
- b. Persyaratan keawetan
- c. Persyaratan kemudahan pekerjaan dan
- d. Persyaratan ekonomis

Persyaratan-persyaratan tersebut di atas harus pula disesuaikan dengan kondisi lapangan dan lokasi pengecoran, pembebanan serta peraturan bangunan.

Kelapa sawit (*Elaeis*) adalah tumbuhan industri penting penghasil minyak masak, minyak industri, maupun bahan bakar (biodiesel). Buah terdiri dari tiga lapisan, antara lain:

- a. Eksoskarp, bagian kulit buah berwarna kemerahan dan licin
- b. Mesoskarp, serabut buah yang berwarna kuning
- c. Endoskarp, cangkang/tempurung sawit
- d. Inti sawit (kernel), merupakan endosperma dan embrio dengan kandungan minyak kualitas tinggi.

Cangkang kelapa sawit (Palm Kernel Shell) sering juga disebut tempurung sawit adalah bagian keras yang terdapat pada buah kelapa sawit yang berfungsi melindungi isi atau kernel dari buah sawit tersebut. Hampir sama dengan tempurung kelapa yang sering dijumpai sehari-hari.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini berupa percobaan yang dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, Setelah dilakukan analisa bahan, maka dapat dilakukan perhitungan campuran beton berdasarkan metode SNI. Pekerjaan penelitian meliputi:

- a. Pemeriksaan material

- b. Pembuatan sampel silinder berdiameter Ø15 cm dan tinggi 30 cm dengan jumlah sampel sebanyak 104 benda uji dan balok ukuran 15x15x60 cm sebanyak 12 buah. Yaitu beton normal 26 buah silinder, balok 3 buah, 26 buah silinder, balok 3 buah untuk beton normal + cangkang kelapa sawit 5 %, 26 buah silinder, balok 3 buah untuk beton normal + cangkang

kelapa sawit 10%, 26 buah silinder, balok 3 buah untuk beton normal + cangkang kelapa sawit 15 %.

c. Pengadukan Campuran

Adukan beton yang telah merata dituang ke dalam tempat cetakan yang telah disiapkan. Cetakan yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran Ø15 cm dan tinggi 30 cm dan balok ukuran 15 x 15 x 60 cm.

d. Pengetesan Sampel

Pengetesan sampel terbagi menjadi 2 yaitu

- Percobaan *slump* ini dilakukan untuk mengukur tingkat kelecakan dari beton segar.



Gambar 1. Kerucut Abraham

- Setelah melewati masa perawatan atau perendaman, benda uji perlu dikeluarkan untuk dipersiapkan guna test tekan silinder sesuai umur harinya (3, 7, 14, 28 dan 56 hari), kuat lentur balok umur 28 hari, kuat tarik belah umur 28 hari dan modulus elastisitas umur 28 hari.

4. ANALISIS HASIL PENELITIAN

4.1. Hasil Pengujian Slump

Tabel 1. Hasil pengujian Slump

No	Kode Benda uji	Tanggal	Slump (cm)
		Pembuatan	
1	N	04 april 16	10
2	BN +5%	20 april 16	10
3	BN +10%	25 april 16	10
4	BN +15%	27 april 16	10

Hasil pengujian slump dilakukan untuk mengetahui kemudahan dalam pengerjaan (*workability*) pada adukan

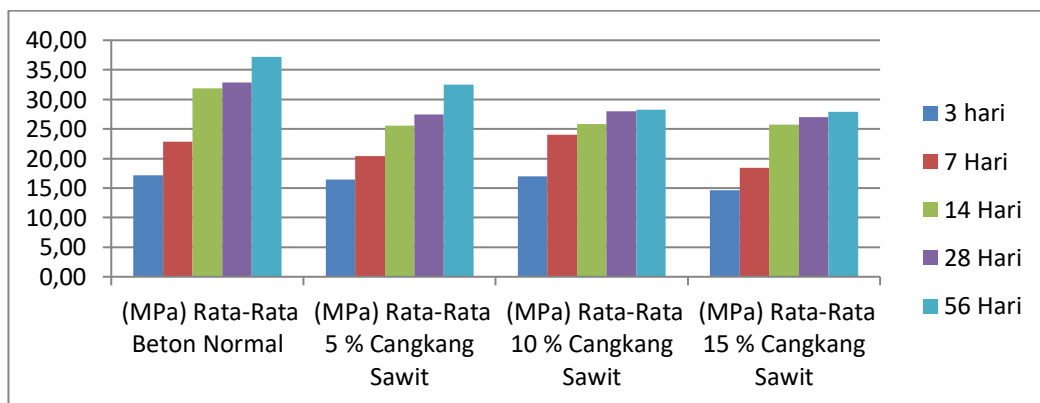
beton, pada beton normal didapat hasil slump 10, demikian juga untuk BN+5%, BN+10% dan BN+5% digunakan slump 10 cm.

4.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Hasil pengujian dari kuat tekan dari masing-masing campuran *cangkang kelapa sawit* dapat dilihat pada tabel.

Tabel 2. Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal dan Beton + Cangkang Kelapa Sawit

Umur	Kuat Tekan Karakteristik	Kuat Tekan Karakteristik	Kuat Tekan Karakteristik	Kuat Tekan Karakteristik
	(MPa) Rata-Rata Beton Normal	(MPa) Rata-Rata 5 % Cangkang Sawit	(MPa) Rata-Rata 10 % Cangkang Sawit	(MPa) Rata-Rata 15 % Cangkang Sawit
0	0	0	0	0
3	17,13	16,42	16,99	14,65
7	22,86	20,38	24,06	18,40
14	31,85	25,55	25,85	25,70
28	32,85	27,41	27,99	26,97
56	37,23	32,51	28,30	27,86



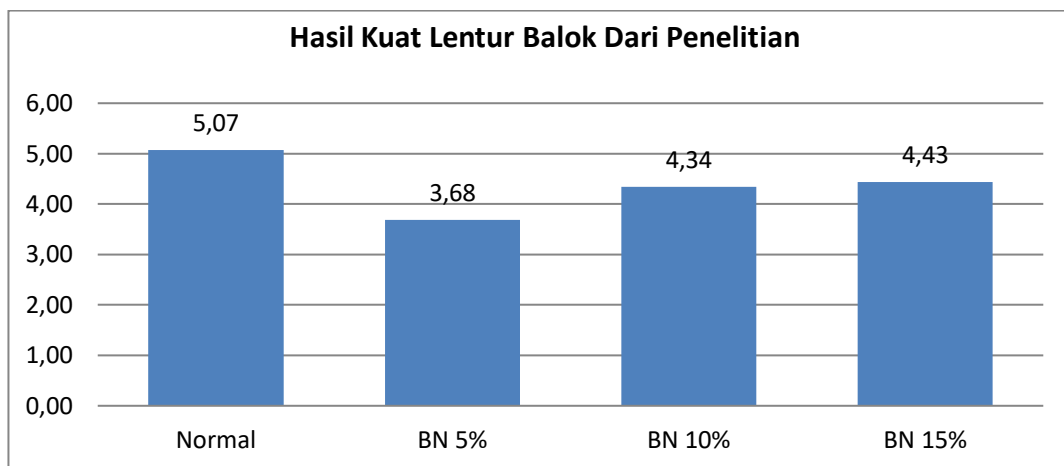
Gambar 2. Perbandingan Kuat Tekan Beton dan umur beton

4.3. Hasil Pengujian Kuat Lentur

Hasil pengujian kuat lentur balok dari masing-masing campuran dapat dilihat pada tabel dan grafik dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Kuat Lentur Balok Normal dan Semua Variasi Dari Penelitian

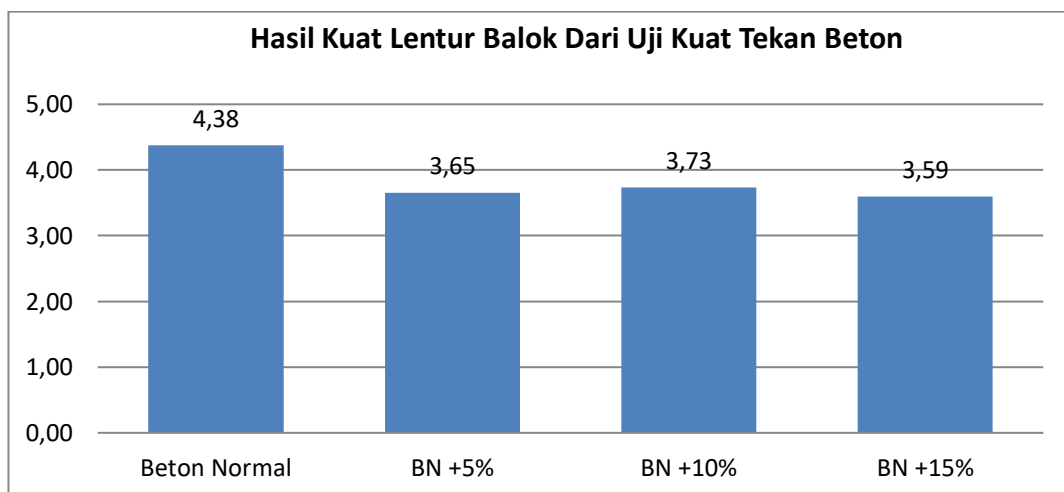
No	Kode	Berat	Panjang	Lebar (b)	Tinggi (h)	Beban P	Kuat Lentur	Kuat Lentur Rata-rata
		Kg	mm	mm	mm	Kn	Mpa	MPa
		a	b	c	d	e	$\sigma l = \frac{PL}{bh^2}$	
1	Beton Normal	33,2	450	151	166,5	45	4,84	5,07
2	Beton Normal	33,89	450	152	155	43	5,30	
3	Beton Normal	32,91	450	153	161,5	45	5,07	
4	BN +5%	32,47	450	155	165	35	3,73	3,68
5	BN +5%	32,69	450	159	168	35	3,51	
6	BN +5%	32,5	450	152	165	35	3,81	
7	BN +10%	32,62	450	165	158	38	4,15	4,34
8	BN +10%	31,71	450	151	162	38	4,32	
9	BN +10%	32,29	450	152	153	36	4,55	
10	BN +15%	31,68	450	150	158	38	4,57	4,43
11	BN +15%	31,35	450	155	160	38	4,31	
12	BN +15%	31,22	450	153	161	39	4,43	



Gambar 3. Hasil Pengujian Kuat Lentur Antar Variasi Dari Penelitian

Tabel 4. Hasil Kuat Lentur Balok dari Hasil Uji Kuat Tekan Beton

No	Kode	Berat	Panjang	Lebar (b)	Tinggi (h)	Beban P	Kuat Lentur
		Kg	mm	mm	mm	Kn	Mpa
		a	b	c	d	e	$\sigma_1 = \frac{PL}{bh^2}$
1	Beton Normal	33,2	450	150	150	32,84	4,38
2	BN +5%	32,42	450	150	150	27,41	3,65
3	BN +10%	32,62	450	150	150	27,99	3,73
4	BN +15%	31,68	450	150	150	26,96	3,59



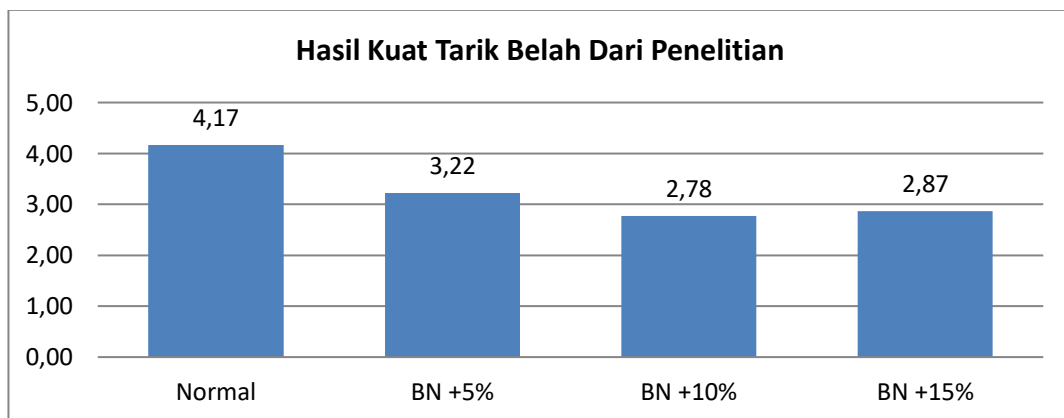
Gambar 4. Perbandingan Pengujian Kuat Lentur Antar Variasi Dari Hasil Uji Kuat Tekan

4.4. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Hasil pengujian kuat tarik belah beton dari masing-masing campuran dapat dilihat pada grafik.

Tabel 5. Hasil Kuat Tarik Belah dari Penelitian

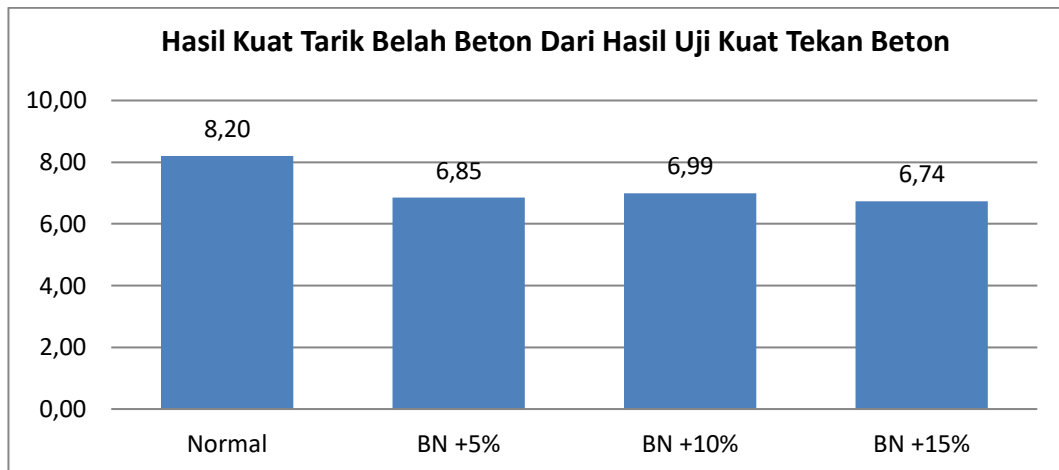
No	Kode	Berat	Panjang	Diameter	Beban (P)	Kuat Tarik Belah	Kuat Tarik Belah
		Kg	mm	mm	KN	$f_{ct} = \frac{2d}{\pi b c}$	rata-rata
		a	b	c	d		
1	Beton Normal	12,44	300	150	294,45	4,16	4,17
2	Beton Normal	12,85	300	150	295,65	4,18	
3	Beton Normal	12,80	300	150	294,45	4,16	
4	BN +5%	12,86	300	150	219,69	3,11	3,22
5	BN +5%	12,98	300	150	229,18	3,24	
6	BN +5%	12,85	300	150	234,84	3,32	
7	BN +10%	12,68	300	150	210,81	2,98	2,78
8	BN +10%	12,94	300	150	144,85	2,05	
9	BN +10%	12,80	300	150	233,22	3,30	
10	BN +15%	12,59	300	150	209,14	2,96	2,87
11	BN +15%	12,44	300	150	194,82	2,76	
12	BN +15%	12,57	300	150	204,67	2,89	



Gambar 5. Perbandingan Pengujian Kuat Tarik Belah Antar Variasi Dari Hasil Penelitian

Tabel 6. Hasil Kuat Tarik Belah dari Uji Kuat Tekan Beton

No	Kode	Berat	Panjang	Diameter	Beban (P)	Kuat Tarik Belah	Kuat Tarik Belah
		Kg	mm	mm	KN	$f_{ct} = \frac{2d}{\pi b c}$	rata-rata
		a	b	c	d		
1	Beton Normal	13,01	300	150	520,35	7,36	8,20
2	Beton Normal	12,95	300	150	602,74	8,52	
3	Beton Normal	13,22	300	150	657,46	9,30	
4	Beton Normal	12,97	300	150	539,99	7,64	
5	BN +5%	12,97	300	150	539,99	7,64	6,85
6	BN +5%	13,04	300	150	538,38	7,61	
7	BN +5%	13,01	300	150	433,98	6,14	
8	BN +5%	12,10	300	150	424,40	6,00	
9	BN +10%	12,19	300	150	463,44	6,55	6,99
10	BN +10%	12,68	300	150	566,79	8,02	
11	BN +10%	12,74	300	150	408,18	5,77	
12	BN +10%	12,97	300	150	539,38	7,63	
13	BN +15%	12,92	300	150	513,84	7,27	6,74
14	BN +15%	12,89	300	150	502,90	7,11	
15	BN +15%	13,03	300	150	397,78	5,63	
16	BN +15%	13,09	300	150	490,74	6,94	



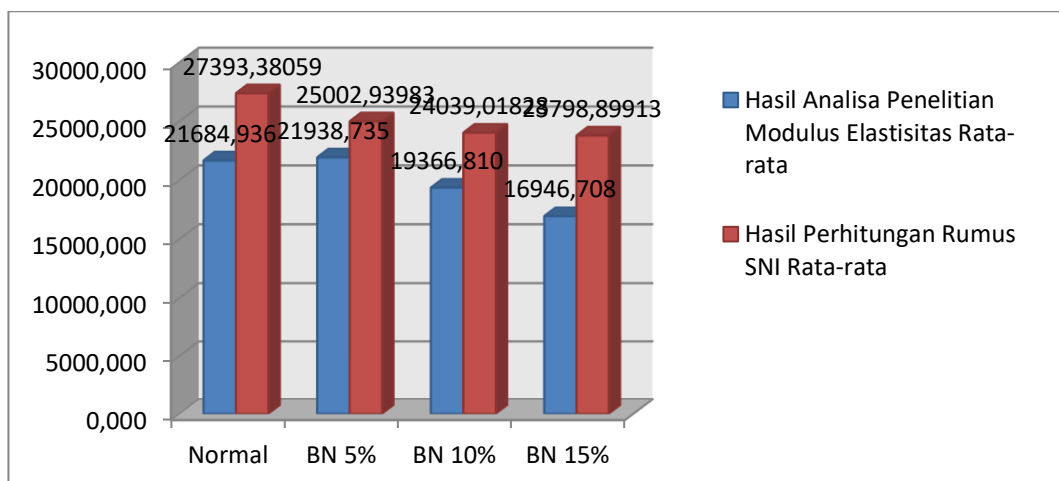
Gambar 6. Perbandingan Pengujian Kuat Tarik Belah Antar Variasi Dari Hasil Uji Kuat Tekan Beton

4.5. Grafik Perbandingan Pengujian Kuat Lentur Antar Variasi Hasil Pengujian Modulus Elastisitas

Hasil pengujian dari Modulus Elastisitas dari masing-masing campuran *cangkang kelapa sawit* dapat dilihat pada grafik.

Tabel 7. Perbandingan Modulus Elastisitas Pengujian dan Perhitungan Teoritis

Hasil analisa Penelitian		Hasil Perhitungan Rumus SNI	
Modulus Elastisitas (E)	Rata-rata	$E = 4700\sqrt{f'_c}$	Rata-rata
23246,974	21684,936	26725,517	27395,05888
18893,663		26602,440	
22914,172		28857,220	
21615,351	21938,735	24849,747	24575,9216
21489,743		24705,344	
22711,112		24172,674	
20323,922	19366,810	23365,076	25693,29888
16756,077		27242,504	
21020,432		26472,316	
17885,969	16946,708	22524,895	23193,81978
17794,866		22410,163	
15159,289		24646,401	



Gambar 7. Perbandingan Modulus Elastisitas Pengujian dan Perhitungan Teoritis

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan di laboratorium dan analisis data terhadap kuat tekan, tarik belah, kuat lentur dan modulus elastisitas beton sebagai alternatif beton ramah lingkungan dengan variasi tempurung/cangkang kelapa sawit sebagai bahan tambah agregat kasar maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

Untuk uji kuat tekan beton (f_c') pada umur 28 hari pengaruh penambahan tempurung/cangkang kelapa sawit sebagai bahan tambah agregat kasar dalam beberapa variasi campuran berdasarkan persentase 5%,10% dan 15% dari volume batu didapat hasil sebagai berikut:

- a. Untuk beton normal didapat kuat tekan beton sebesar 32,85 MPa.
- b. BN+5% sebesar 27,41 MPa terjadi penurunan sebesar 17% terhadap beton normal,
- c. BN+10% sebesar 27,99 MPa penurunan sebesar 15% terhadap beton normal
- d. BN+15% sebesar 26,97 MPa penurunan sebesar 18% terhadap beton normal.
- e. Terjadinya penurunan kuat tekan beton dengan campuran cangkang kelapa sawit disebabkan oleh beberapa faktor yaitu, bentuk dari cangkang kelapa sawit yang pipih, sebagian permukaan yang licin, nilai kadar air yang tinggi dan nilai absorsi yang besar.
- f. Nilai uji kuat tarik belah (f_{CT}) rata-rata pada umur 28 hari didapat beton normal sebesar 4,17 MPa.
- g. Untuk beton dengan penambahan cangkang kelapa sawit didapat nilai kuat tarik belah yaitu BN+5% sebesar 3,22 MPa terjadi penurunan sebesar 22,71% terhadap beton normal.
- h. BN+10% sebesar 2,78 MPa turun 33,43% terhadap beton normal.

- i. BN+15% sebesar 2,87 MPa turun 31,19% terhadap beton normal.
 - Untuk hasil dari uji kuat lentur balok (f_R) rata-rata pada umur 28 hari didapat hasil yang berbeda. Hasil dari uji kuat lentur balok rata-rata yang didapat yaitu kuat lentur beton normal sebesar 5,07 Mpa.
 - BN+5% sebesar 3,68 MPa terjadi penurunan sebesar 27,37%.
 - BN+10% sebesar 4,34 MPa terjadi penurunan sebesar 14,41%.
 - BN+15% sebesar 4,43 MPa terjadi penurunan sebesar 12,55% terhadap kuat lentur beton normal.
- j. Hasil dari pengujian modulus elastisitas (E) beton normal untuk 3 buah sampel pada umur 28 hari didapat hasil rata-rata sebagai berikut:
 - Beton normal didapat hasil sebesar 21684,93 MPa.
 - Untuk BN+5% sebesar 21938,73 MPa.
 - Untuk BN+10% sebesar 19366,81 MPa.
 - Untuk BN+15% sebesar 16946,70 MPa
- k. Hasil dari uji modulus elastisitas ini juga mengalami penurunan hasil yang signifikan. Terjadi perbedaan hasil uji ini dapat dipengaruhi beberapa hal yaitu penggunaan agregat (semakin baik mutu agregat dapat meningkatkan modulus elastisitas), kurang ketelitian dan kesalahan dalam pembacaan dial dapat mengakibatkan nilai modulus yang kecil sehingga hasil perhitungan tidak sesuai dengan hasil dari perhitungan rumus SNI.
- l. Tempurung/Cangkang kelapa sawit ini merupakan bahan agregat alami yang ramah lingkungan untuk

campuran beton dan telah memenuhi 2 dari 6 prinsip teknologi ramah lingkungan yaitu *reuse* (menggunakan kembali bahan yang tidak terpakai/limbah serta

diolah dengan cara berbeda) dan *recovery* (pemakaian material dari limbah untuk diolah demi kepentingan lain).

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, SNI 03 – 2834 – 2000, ***Metode Perhitungan Campuran Beton***, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta

Anonim, SNI 03 – 2834 – 2000, ***Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal***, Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah Badan Penelitian Dan pengembangan, Jakarta

Anonim, SNI 03 – 1974 – 1990, ***Metode Pengujian Kuat Tekan Beton***, Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah Badan Penelitian Dan pengembangan, Jakarta

Anonim, SNI 03 – 2491 – 2002, ***Metode Pengujian Kuat Tarik Belah***, Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah Badan Penelitian Dan pengembangan, Jakarta

Anonim, SNI 03 – 2816 – 1992, ***Metode Pengujian Kotoran Organik Dalam Pasir Untuk Campuran Mortar Atau Beton***, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta

Anonim, 1990, SNI 03 – 1971 – 1990, ***Metode Pengujian Kadar Air Agregat***, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta

Anonim, 1990, SNI 03 – 1968 – 1990, ***Metode Pengujian Tentang Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar***, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta (ASTM C - 33 dan ASTM C - 136)

Anonim, 1989, ***Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus***, SK SNI M – 10 – 1989 – F, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta

Anonim, 1991, SNI 03 – 2417 – 1991, ***Metode Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles***, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta

Anonim, 1990, SNI 03 – 1972 – 1990, ***Metode Pengujian Slump Beton***, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta

Anonim, 1991, SNI 03 – 2491 – 1991, ***Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton Di Laboratorium***, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta

Anonim, 2000, SNI 06 – 6369 – 2000, ***Tata Cara Pembuatan Kaping Untuk Benda Uji Silinder***, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta

Andreas Ivo Jangin (2016), *Studi eksperimental beton ramah lingkungan menggunakan kulit kemiri sebagai agregat kasar*, Tugas Akhir, Universitas Tanjungpura Pontianak.

ASTM, 2002, *Concrete and Aggregate*, Annual Book of ASTM Standards 2002, Vol. 04.02, American Society for Testing and Materials, Philadelphia

Chrisna Djaja Mungok, Lusiana, 1998, *Buku Ajar / Handout Teknologi Beton*, Fakultas Teknik, Universitas Tanjung Pura, Pontianak

Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992, *Teknologi Beton*, UGM, Yogyakarta